

Auraus ja tiemerkinnyt

Esikoe



Tielaitoksen
selvityksiä

3/2000

Helsinki 2000

TIEHALLINTO
Liikenteen palvelut



Tielaitoksen selvityksiä
3/2000

Timo Unhola

Auraus ja tiemerkinnot

Esikoe

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-601-4

Edita Oy
Helsinki 2000

Julkaisua saatavana:
Tielaitos
Liikenteen palvelut
Fax 0204 44 2418



Tielaitos
TIEHALLINTO
Liikenteen palvelut
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 44 150

Aiheluokka 71, 82

Asiasanat tiemerkinnät, profiloitunut merkinnät, auraus, auranterät, talvihoito, paluuheijastavuus

Tiivistelmä

Tiemerkintöjen kehittämistä paremmin määrällä heijastavaksi on haitannut tähän tarkoitukseen käytettyjen paksujen, profiloitujen merkintöjen alttius vaurioitua talvihoidon aurauksen ja höyläyksen vaikutuksesta. Tämän alttiuden tutkimiseksi tehtiin Sipoossa syksyllä 1999 tiemerkintöjen aurauskestävyyskoe.

Tavoitteena oli selvittää aurauksen vaikutus neljään erilaiseen tiemerkintään neljällä erilaisella auranterällä.

Perinteiseen terästasaterään verrattiin kolmea joustavaa teräratkaisua, yhtä kotimaista kumijoustoelementti/terää ja norjalaista ja saksalaista erikoisterrää.

Koemerkinnät tehtiin reunaviivaksi Mt 148:lle lokakuussa jo hankalissa sääoloissa. Vesiohenteinen maali ja uudentyyppinen kuumamaali edustivat ohuempia merkintöjä. Niiden lisäksi kokeiltiin kehitteillä olevaa päällysteseen tehtävää profiilia, jossa oli päällä kuumamaali ja selvästi edellisiä paksumpaa profiloitua kuumamassamerkintää.

Koeauraukset tehtiin määrällä, kastellulla tiellä marraskuussa. Joka toisen aurauksen jälkeen mitattiin auratun osuuden määrä paluuheijastavuus. Tämä toiminnallinen ominaisuus kuvasi aurauksen vaikutusta merkintään.

Tuloksia voidaan kokeen myöhäisen ajankohdan ja kireän aikataulun takia pitää ainoastaan suuntaa-antavina ja alustavina. Tärkein syy tähän oli myöhäisen tekoajan osittain aiheuttama koemerkintöjen heikko paluuheijastavuuden lähtötaso. Siitä johtuen tuloksia saatiin lähinnä vain paksusta profiloitusta merkinnästä, mikä tosin oli kokeen tärkein tavoite.

Varsinkin paksujen merkintöjen säilymiseen aurauksissa näyttäisi tämän kokeen perusteella olevan hyviä mahdollisuuksia. Auranterän valinnalla voidaan kokeen tulosten mukaan parantaa viivojen märkäpaluuheijastavuuden säilymistä selvästi. Vähiten vahingoittava terävaihtoehto heikensi kahdellakymmenellä aurauskerralla profiloitua merkintää vähemmän kuin muut kymmenellä aurauskerralla.

Varovaisesti voidaan arvioida parhaat tulokset saavutettavan aktiiviasennuslevyterällä paksuilla merkinnöillä ja märkäpaluuheijastavuudessa. Vesiohenteinen maali näyttää kestävän aurausta myös jäykällä terästerällä.

Vaikka edellä mainitut auranterien ominaisuudet ovat niiden tehtävään nähden toissijaisia, on ilmeistä, että tehokkuudesta ja taloudellisuudesta tinkimättä aurauksen haittoja voidaan pienentää oikealla teränvalinnalla.

UNHOLA, Timo: Auraus ja tiemerkinnyt - Esikoe.[Snowploughing and road markings - Preliminary test.]
Tielaitos, Liikenteen palvelut, (Finnra. Traffic Services) Helsinki 2000. Tielaitoksen selvityksiä 3/2000,

Key words Road markings, pavement marking, profiled road markings, snow ploughing, ploughblades, winter maintenance, retroreflectivity

Abstract

Developing profiled markings for better wet visibility has raised a problem of wear caused by snowploughing and other winter maintenance resulting in inferior performance of retroreflectivity. New ploughblades and special road markings have been developed to tackle the problem. Studying these was the objective of an experiment done by Finnish Road Administration and VTT Technical Research Centre in southern Finland in September 1999.

Four different kinds of snowplough blade constructions were used on four different test road markings.

A traditional steel blade was compared to three kinds of non-rigid blades, a flexible rubber element with steel blade from Finland and a rubber/steel blade design from Norway and Germany.

The markings were applied as edge line on a main road section of 3 km. A thin water-based paint and a new thin thermoplastic hot paint were used as non-profiled markings. The latter was also painted on a recent development of profile done in the pavement as lateral grooves. A thick profiled thermoplastic with grooves was used as type 2 (profiled) marking.

The ploughing experiment was done in November in wet conditions with measurements of wet retroreflectivity with Ecodyn retrometer between the test plough runs. This was the functional property chosen to describe the effect of the ploughing on the marking.

The results can only be considered as tentative because of the poor initial retroreflectivity of all the thin markings. The study is thus mainly concentrated on the wear of the thick thermoplastic marking, which was the main objective.

Based on this experiment there are good opportunities to affect the wet retroreflectivity of a thick marking by choosing the blade of the plough. In this respect the best, the flexible design with blade attached to a rubber element reduced the wet retro of the marking by 20 runs less than the others by just a few runs. The thin paint seems to be more tolerant against ploughing with the rigid blade.

Even though the blades of the ploughs are chosen based primarily on efficiency and durability, these being equal it seems possible to gain considerably in marking maintenance with the right choice of blades.

Alkusanat

Viime aikoina päätiestöllä käytettävissä lumiauroissa on perinteisten tasaterien lisäksi alettu kokeilla erilaisia teräratkaisuja, joilla on oletettu olevan merkitystä tiemerkintöjen säästämisen ja aurausmelun kannalta. Kotimaisen valmistajan joustavan teräkiinnityksen lisäksi on käytetty kumi/teräs-teräsvaihtoehtoja Norjasta ja Saksasta.

Syksyllä 1999 kokoontui ryhmä Tielaitoksen hallinnosta ja tuotannosta ja VTT Yhdyskuntatekniikasta tarkoituksenaan saada aikaan ainakin alustava selvitys eri teräsvaihtoehtoilla mahdollisesti saatavasta hyödystä merkintöjen kannalta.

Helsingissä, 29. päivänä helmikuuta 2000

Tielaitos
Keskushallinto
Liikenteen palvelut

Sisältö

1	JOHDANTO	9
2	TAVOITE	10
3	MENETELMÄT	10
3.1	Paluuheijastuvuus	10
3.2	Kuluma	11
3.3	Reunaviivan aurausalttius	11
3.3.1	PTM-profiilimittaus	12
4	KOEALUE JA KOEMERKINNÄT	14
4.1	Koealue	14
4.2	Koemerkinnot	14
4.2.1	Vesiohenteinen maali	15
4.2.2	Kuumamaali	16
4.2.3	Urapainantakoe	16
4.2.4	Profiloitu merkintä	16
5	AURAUSKALUSTO	17
5.1	Terät	17
5.1.1	Aktiiviasennuslevy ja terästasaterä	18
5.1.2	Joma 6000	18
5.1.3	Kumi-Küper	18
	ImatraSteel terästasaterä	18
6	AURAUSKOE	19
7	TULOKSET	21
7.1	Paluuheijastuvuustulokset	21
7.1.1	Märkä paluuheijastuvuus	21
7.1.2	Kuiva paluuheijastuvuus	21
7.2	Kuluma	24
7.2.1	Päiväkontrasti	24
7.2.2	Alttiusaste	24
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
9	JATKOSUUNNITELMAT	25

1 JOHDANTO

Tiemerkintöjen näkymisen parantamiseksi vaikeimmissa oloissa, yöllä saateessa, on kehitetty ns. profiloituja (Type 2) merkintöjä. Jotta vesi ei muodostaisi paluuheijastuvuutta haittaavaa kalvoa merkinnän päälle, on sen paksuuden eli profiilin korkeuden oltava useita millimetrejä. Mitä korkeampi merkintä, sitä parempi on yleensä toiminta märkänä, mutta sitä alttiimpi se on vaurioitumaan talvikunnossapidon seurauksena ja sitä kalliimmaksi vaurioiden korjaaminen tulee.

Viime aikoina päätiestöllä käytettävissä lumiauroissa on perinteisten tasaterien lisäksi alettu kokeilla erilaisia terätkäisuja, joilla on oletettu olevan merkitystä tiemerkintöjen säästämisen ja aurausmelun kannalta. Kotimaisen valmistajan joustavan teräkiinnityksen lisäksi on käytetty kumi/terästerävaltoehtoja Norjasta ja Saksasta.

Syksyllä 1999 kokoontui ryhmä Tielaitoksen hallinnosta ja tuotannosta ja VTT Yhdyskuntatekniikasta tarkoituksenaan saada aikaan ainakin alustava selvitys eri terävaltoehdoilla mahdollisesti saatavasta hyödyistä merkintöjen kannalta.

Ryhmään kuuluivat seuraavat henkilöt:

Kullervo Havu	Tielaitos hallinto Liikenteen palvelut	
Veikko Montola	Tielaitos tuotanto	
Kari Pessa	Tielaitos tuotanto Omaisuus	Terät
Pentti Honkanen	Tielaitos tuotanto	Videointi
Raine Rintama	Tielaitos tuotanto PP-yksikkö	Tiemerkinnät
Jyrki Piirainen	Tielaitos tuotanto PP-yksikkö	Tiemerkinnät
Timo Unhola	VTT Yhdyskuntatekniikka	Mittaukset, raportti

Ryhmän kesken sovittiin tiemerkintöjen aurauskestävyyskokeen järjestämisestä vielä saman syksyn aikana. Koe sovittiin tehtäväksi Mt148:n reunaviivalle neljälle eri reunaviivamerkinnälle neljällä eri auran terävaltoehdolla. Koe toteutettiin myöhäisestä ajankohdasta huolimatta lähes suunnitelman mukaisesti marraskuun alussa.

Tiemerkinnät koetta varten teki Tielaitoksen Etelä-Suomen tuotantoalueen PP/tiemerkintäyksikkö. Uusi kokeilu oli päällysteeseen painettu täryuritus, joka tehtiin paikallisella kalustolla idean kehittäjän Asko Mettälän valvonnassa.

Koeaurauksissa käytettiin talvikunnossapidon kalustoa sekä sen ja aurauksen käytännön tuntevaa henkilöstöä Tielaitoksen Porvoon tiemestaripiiristä. Aura-auton kuljettajana toimi Lars Ek ja teränvaihdossa avusti asentaja Stig Andersin.

2 TAVOITE

Kokeen tarkoituksena oli ensinnäkin alustavasti selvittää, voidaanko talvihoidon aurauksikaluston terän valinnalla vaikuttaa tiemerkinnotien kulumiseen ja erityisesti niiden märkäpaluuheijastuvuuteen eli pimeään ajan näkyvyyteen sateella.

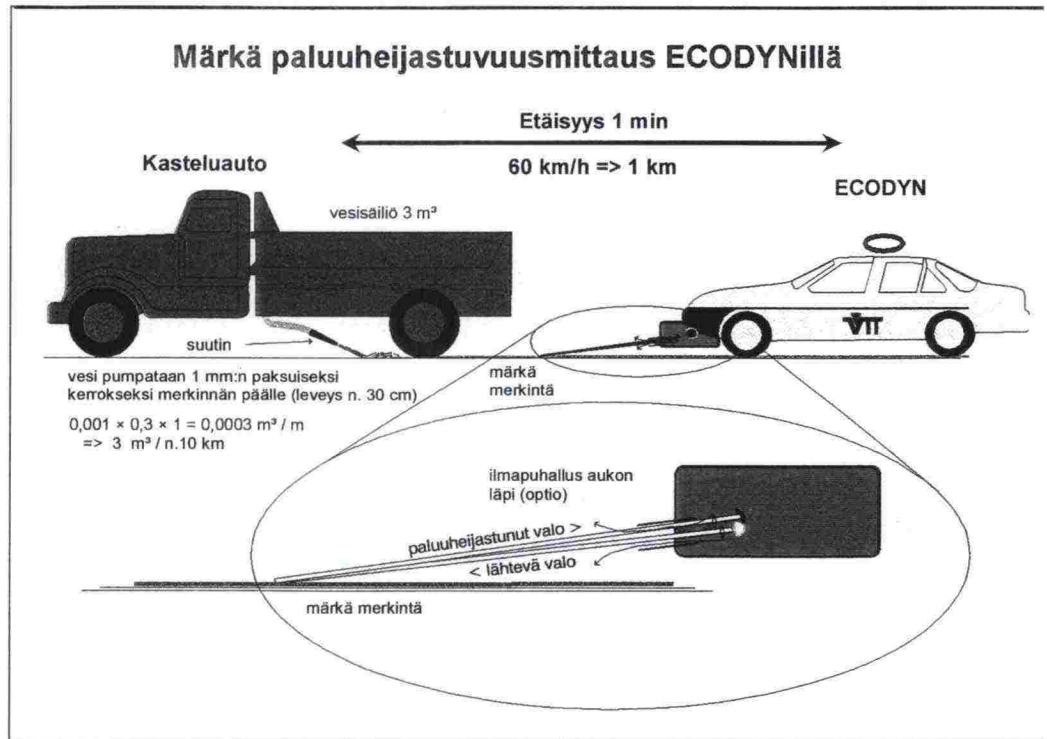
Toinen tavoite oli tutkia valittujen tiemerkinnottyyppien ja -profiilien aurauksen kestävyyttä samoin kriteerein.

3 MENETELMÄT

Tiemerkintöjen aurauksen kestävyden arvioimismenetelmänä käytettiin koealueen tiemerkinnotien paluuheijastuvuuden mittaamista kuivana ja märkänä ennen ja jälkeen eri auroilla tehtävien koeaurausten. Paluuheijastuvuus voitiin mitata märkänä tehtyjen aurauksen välilläkin Ecodyn-paluuheijastuvuusmittarilla, jonka kontrastimittauksella käytettiin myös viivan kulumisen arviointiin. Aurausta ja viivan kulumista arvioitiin lisäksi kuvaamalla koealue videolla. Kooreunaviivojen altistumista arvioitiin PTM-profiilimittauksen avulla.

3.1 Paluuheijastuvuus

VTT:n Ecodyn-mittausauto mittaa tiemerkinnotin yönäkyvyyttä eli paluuheijastuvuutta (R_{LE}) kuivana menetelmällä: PANK-8508. Tässä kokeessa käytettiin menetelmää myös märkämittauksena seuraavalla järjestelyllä:



Kuva 1. Märän paluuheijastuvuuden (R_{LE}) mittausperiaate

3.2 Kuluma

Viivan kuluminen mitattiin keinovalossa tehdyn kontrastimittauksen avulla. Siinä edellä kuvattua Ecodyn-autoa käytettiin mittaamaan merkinnän luminanssin suhdetta viivan viereisen tien pinnan luminanssiin (DC , C_J = päiväkontrasti). Kontrastin ollessa 0 oli viiva kulunut kokonaan pois, parhaimmillaan arvo oli valkoisesta viivasta mustaan päällysteeseen verrattuna 72. Koe tehtiin yöllä keinovalossa niin että mitattavaa kohtaa valaisi auton ajovalojen lisäksi yksi ylemmäs sijoitettu halogeenikäsivalaisin.

Kulumaa arvioitiin myös silmämääräisesti koeviivasta otetun videon avulla.

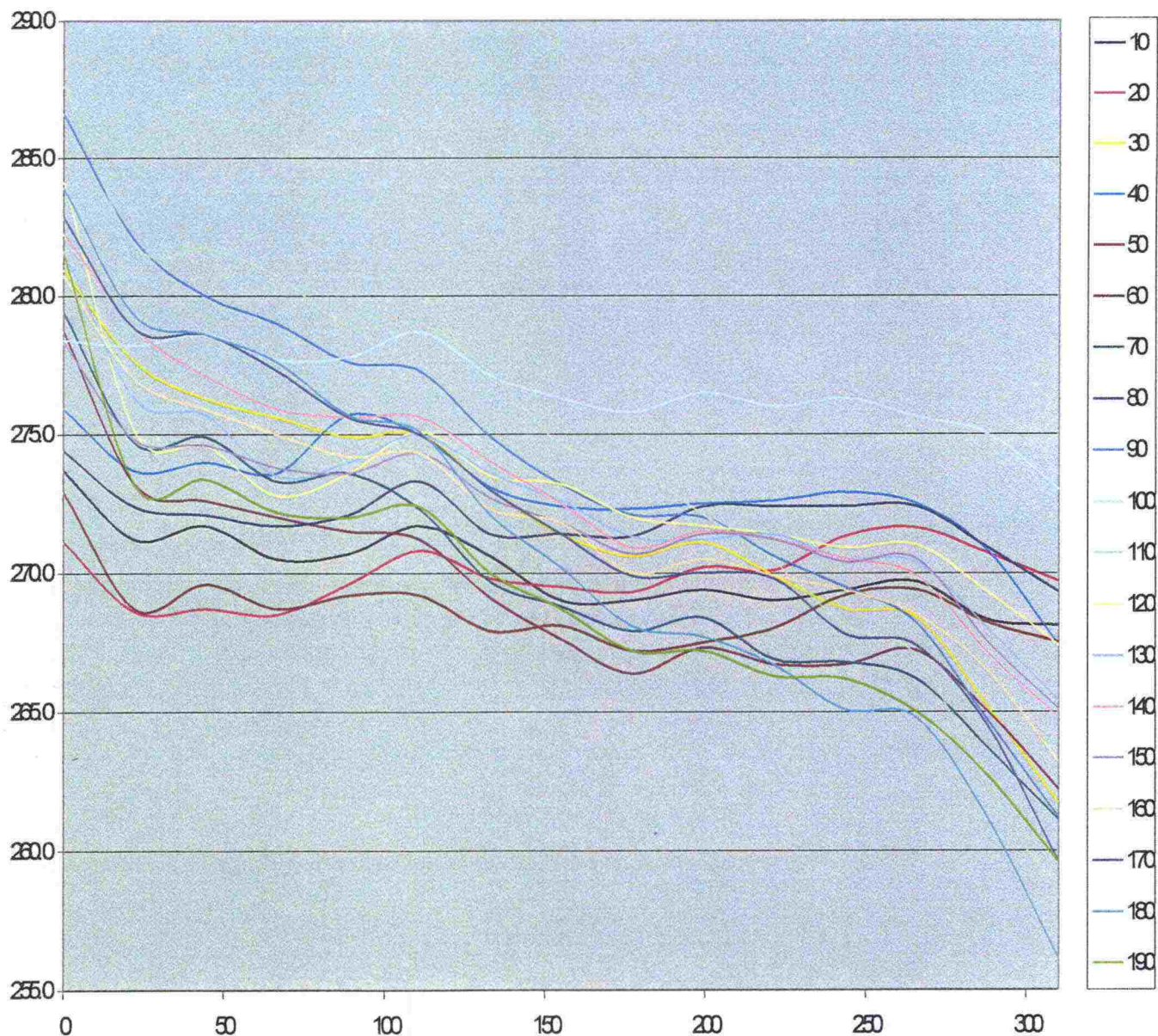
3.3 Reunaviivan aurausalttius

Merkinnän aurausalttiudeksi kutsutaan tässä sitä tien pinnan poikkisuuntaisesta muodosta johtuvaa eroa, jossa voidaan erottaa kolme tapausta, kun tien pinnan profiilia vasten on asetettu jäykkä aura (tässä oikolauta, ks kuva 3.) :

Aste	Alttius	Selitys
1.	Ei kosketa merkintää	Päällyste kantaa koko auran painon
2.	Leikkaa merkintää	Osa toisen päään painosta viivalla
3.	Poistaa merkintää	Toinen pää kokonaan viivan varassa

3.3.1 PTM-profiilimittaus

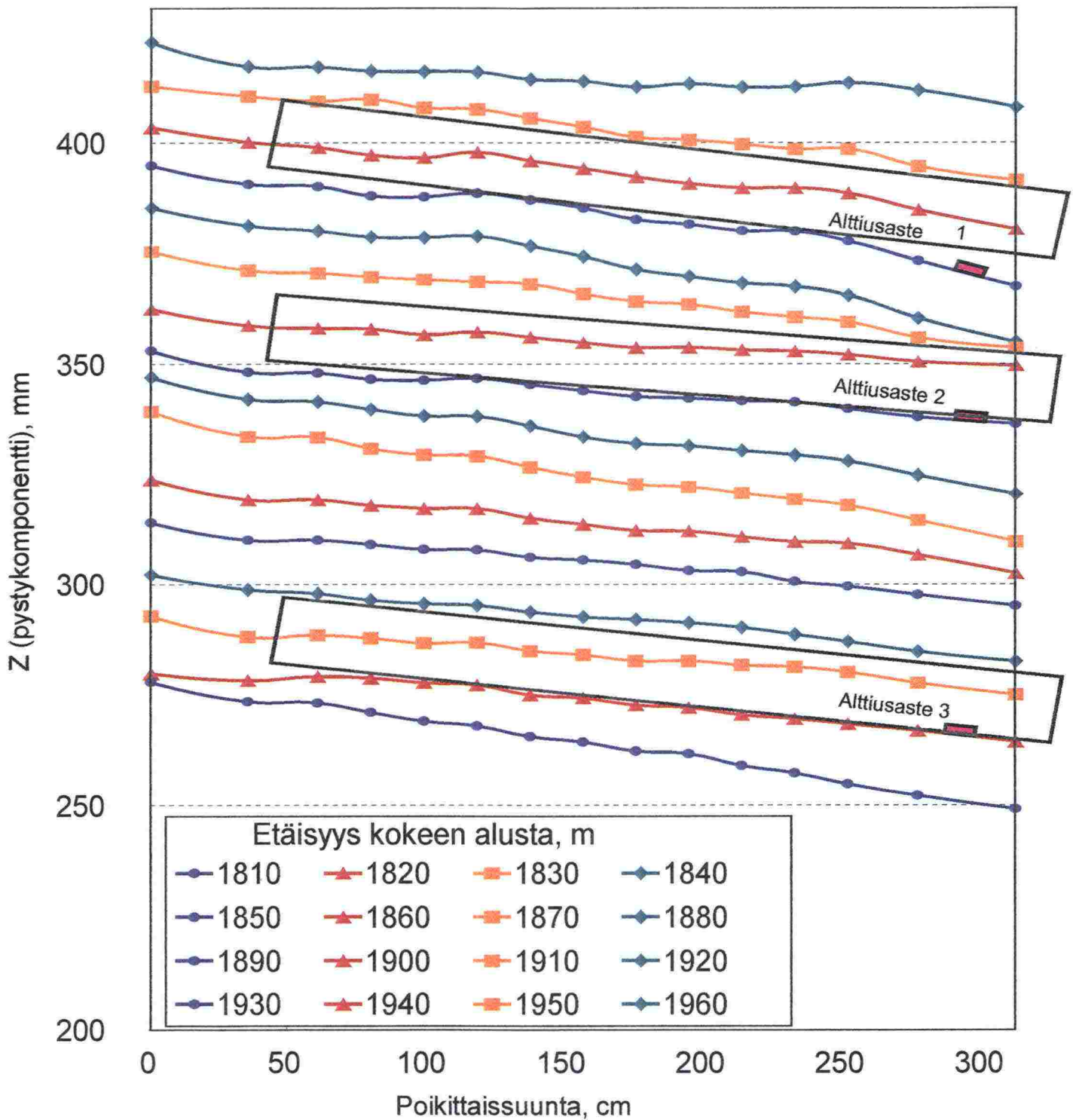
PTM-autolla (ks. Kuvaliite 1, kuva 22) ajettiin koealueen poikkiprofiilit 3,1 m leveydeltä 10 m:n välein. Laitteen 15 ultraäänianturia mittaavat poikittaisprofiiliin 19-35 cm:n välein (ks. kuvat 2 ja 3).



Kuva 2. Esimerkkikuva ensimmäisen osuuden poikkiprofiileista

Reunaviivan aurasuokoe, esimerkki koeosuus 10

Alttiusasteen arvosteluperusteet



Kuva 3. Aurasalttiuden jaotteluperusteet

4 KOEALUE JA KOEMERKINNÄT

4.1 Koealue

Koealueeksi valittiin noin kuukauden ikäinen Remix-päällystetty osuus Mt148:lla välillä Sipoo-Box (tieosa 6, suunta 1), n. 3 km itään Sipoosta. 3,2 km:n mittainen koealue (ks. kuva 4.) jaettiin 200 m:n osuuksiin niin, että kutakin neljää koemarkintää tehtiin kullekin neljälle aurausosuudelle, järjestystä kierrättäen. Koealue oli muuten sopiva mutta sillä oli yksi huomattava risteys kaatopaikalle, josta oli kulkeutunut hiekkaa ja savea risteyksestä itään.

4.2 Koemarkinnät

Kokeeseen valittiin tarkoituksellisesti hyvin erilaisia merkintöjä, ohuesta vesiohenteisesta maalista paksuun profiloituun massamarkintään. Seuraavassa taulukossa (taulukko 1) esitetään eri markinnat ja niiden ominaisuuksia.

Myöhäisestä ajankohdasta johtuen ainoastaan profiloitu kuumamassamarkintä voitiin levittää kohtuullisissa olosuhteissa. Lokakuun loppu on Etelä-Suomessakin jo sääolosuhteiden, kylmyyden ja kosteuden takia vaikea. Varsinkin uusi päällyste kuivuu silloin hyvin hitaasti. Koeosuus oli lisäksi metsätaipaletta lähes alusta loppuun. Maalien paluuheijastuvuus jätti olosuhteidenkin takia paljon toivomisen varaa. Pintahelmien puuttuminen lähes kokonaan kuumamaalien pinnasta heikentää kokeen tuloksen kattavuutta (ks. kuvaliite 2).

Taulukko 1. Koemarkinnät

Merkintä	Valmistaja	Levittäjä	Paksuus, n. mm	Teko	Huom
Vesiohenteinen maali	-	PP-yks.	0,4	Vk 42	Kostealle pinnalle
Kuumamaali sileä	HotMix Oy	PP-yks.	0,5	Vk 43	Kostealle pinnalle
Kuumamaali urapinnalla	HotMix Oy	PP-yks.	0,5	Vk 43	Kostealle pinnalle Painetut urat 26.10.
Profiloitu kuumamassa	HotMix Oy	PP-yks.	0,5...5 vaihteleva	18.10.	Aalto + ura

Tiemerkintöjen aurauskestävyydesikoe, Mt148, Sipoo-Box (TUHKes, öljytie)

Koeosuudet suuntaan 1, tieosa 06

Terä	Nro	Merkintä	Koodi (Maalattu tiehen) Etäisyys, m	↑ Box
				Levähdyspaikka
4 Normaali teräs- terä	16	Maali	VM 3200	Kunnanraja Porvoo Sipoo
	15	Profiloitu massa	PM 3000	
	14	Kuumamaali/Ura	KMU 2800	
	13	Kuumamaali	KM 2600	
3 Kumi Kuper teräs/ kumi/ Al ₂ O ₃ - terä	12	Kuumamaali	KM 2400	1730 Kaatopaikalle ->
	11	Maali	VM 2200	
	10	Profiloitu massa	PM 2000	
	9	Kuumamaali/Ura	KMU 1800	
2 Joma kumi/ teräs/ kova- metalli- terä	8	Kuumamaali/Ura	KMU 1600	Kaarre oikeaan
	7	Kuumamaali	KM 1400	
	6	Maali	VM 1200	
	5	Profiloitu massa	PM 1000	
1 Teräs- terä + aktiivi- asennus- levy	4	Profiloitu massa	PM 800	↓ Sipoo
	3	Kuumamaali/Ura	KMU 600	
	2	Kuumamaali	KM 400	
	1	Maali	VM 200	
				0
				-100

Kuva 4. Koealuekaavio

4.2.1 Vesiohenteinen maali

Koska normaali vesiohenteinen maali jouduttiin levittämään osittain kostealle pinnalle, sen paluuheijastuvuus (R_{LE}) ei kuivanakaan ollut kuin välttävä, keskimäärin alle 100 mcd/m²lx. Pintakuvissa (kuvaliite 2) maalin pinnassa näkyy kuitenkin runsaasti helmiä.

4.2.2 Kuumamaali

Tielaitoksen tuotannon PP-yksikön ja HotMix Oy:n kehittämän kuumamaalin levitys ei huonoissa olosuhteissa onnistunut niinkään hyvin kuin vesimaalin, pinnasta puuttuivat sirotehelmet (paluuheijastuvuus (R_{LE}) 50-60 mcd/m²lx).

4.2.3 Urapainantakoe

Yksi koeosuuksista oli kokeilu, jonka tarkoituksena oli tehdä profiili päällysteeseen, jolloin se on kestävä eikä vaurioidu auratessa. Viiva voidaan tehdä urien päälle ja uusia tarvittaessa. Lisäksi urat toimivat herätyslinjana, niiden päälle ajettaessa kuuluu selvä ääni/tärinä. Urat päällysteen pintaan painettiin Asko Mettälän tarkoitusta varten suunnitteleamalla rivoitetulla painintelalla noin 10 cm:n välein 20 cm:n leveydeltä (ks. Kuvaliite, kuva 1). Tela oli kiinnitetty valssijyrän asfalttileikkurin paikalle. Päällysteen lämmittäminen ennen painamista tehtiin Remix-kuumennusyksiköllä. Taulukossa 2 on esitetty painamiskokeen yksityiskohtia. Kokeilupäivänä oli lämpötila vain n. +2...+3 °C ja tien pinta märkä, sää tiheä. Kokeilun aikana oli lämpötila vain n. +2...+3 °C ja tien pinta märkä, sää tiheä.

Taulukko 2. Urittamisen yksityiskohtia

Lämmitys	Elg Remix-kuumennusyksikkö
Pituus	n. 16 m (koko pituus, reunimmainen rivi)
Kennot	lev. 60 cm 64 kpl
Teho	64×10 kW n. 640 kW
Pinnan lt.	100-150 °C
Jyrä	HAM HV90 valssijyrä
Paino	9 t
Pyörällä	1-2 t
Paininrulla	lieriö n. Ø300×400 mm, jyrän asfalttileikkurin paikalla
rivat	10 kpl, n. 200×20×20 mm, n. 10 cm välein
Jyräysnopeus	0,2 km/h

Urien päälle levitettiin sama kuumamaali kuin tasaiselle päällysteelle. Kuiva paluuheijastuvuus oli uraosuudella vain aavistuksen parempi kuin sileällä.

4.2.4 Profiloitu merkintä

Merkintään tehtävää profiilia edusti Tielaitoksen Tuotannon PP-yksikön kehittämä ura/aaltokuumamassamerkintä, jossa paineilmalla puhalletaan paksu merkintä aaltomaiseksi ja paininpyörällä painetaan poikittainen ura

merkintään runsaan 10 cm:n välein (ks. Kuvaliite 1, kuvat 4 ja 5). Kuiva pa-luuheijastuvuus oli kohtalainen, 100-200 mcd/m²lx.

5 AURAUSKALUSTO

Koeaurauksessa käytettiin Porvoon tukikohdan kalustoa ja miehitystä (kuva-liite 1). Kaikki kokeet tehtiin aura-autolla Sisu E14M KA (vm'98, RekNro LII-870), kokonaispaino 32 t. Auroina käytettiin kahta v.-95 mallista moottoritie-auraa: Hokke HKA-3000/JS (kaksikkoterä ilman jalaksia ja pyöriä), paino 1,2 t. Ensimmäisen osuuden auraamiseen käytettiin terästasaterää kiinnitettynä aktiiviasennuslevyyn. Koska levyn irrottaminen ei onnistunut, muiden osuuk-sien auraamiseen eri terillä käytettiin toista samanlaista auraa.

5.1 Terät

Kokeessa käytetyt terävalintoehdot on esitetty seuraavassa taulukossa (tau-lukko 3) ja periaatekuivissa seuraavalla sivulla.

Taulukko 3. Aurauskokeen terävalintoehdot

Nro	Terä	Materiaali	Kuvaus
1	ImatraSteel + PF4 aktiivi-asennuslevy	Terästasaterät + kumi (joustoelementti)	Teräpalat (3 kpl) jous-tavat myös pystysuunnas-sa
2	Joma 6000	Kovametalii/teräs/ kumi	30 cm pituiset teräkap-paleet joustavat myös pystysuunnassa
3	Kumi-Küper	Korundi/kumi/teräs	Jäykkä, vain korundipalat joustavat kumissa
4	ImatraSteel	Terästasaterät (3 kpl)	Jäykkä, muuten sama kuin 1

Keskitä					Väliterä					Reunaterä				
152.5	305	305	305	152.5	152.5	305	305	152.5	152.5	305	305	305	152.5	
1525					1220					1525				
4270														

Kuva 5. Esimerkki terien pituuksista

5.1.1 Aktiiviasennuslevy ja terästasaterä

M.Viinikainen Oy valmistaa auran emäterään kiinteästi ruuvattavaa kumiasennuslevyä, joihin kulutusterät kiinnitetään normaaliin tapaan. Tässä kokeessa käytettiin PF4 -asennuslevyä ja terästasaterää, joka näin asennettuna ei ole jäykkä, vaan pääsee joustamaan myös pystysuunnassa. Lisäksi etuna on, että joustoelementti ei kulu, vaan siihen voidaan asentaa aina uusi terä. Kustannukset ovat oleellisesti alemmat kuin "kertakäyttöisissä" joustoterissä.

5.1.2 Joma 6000

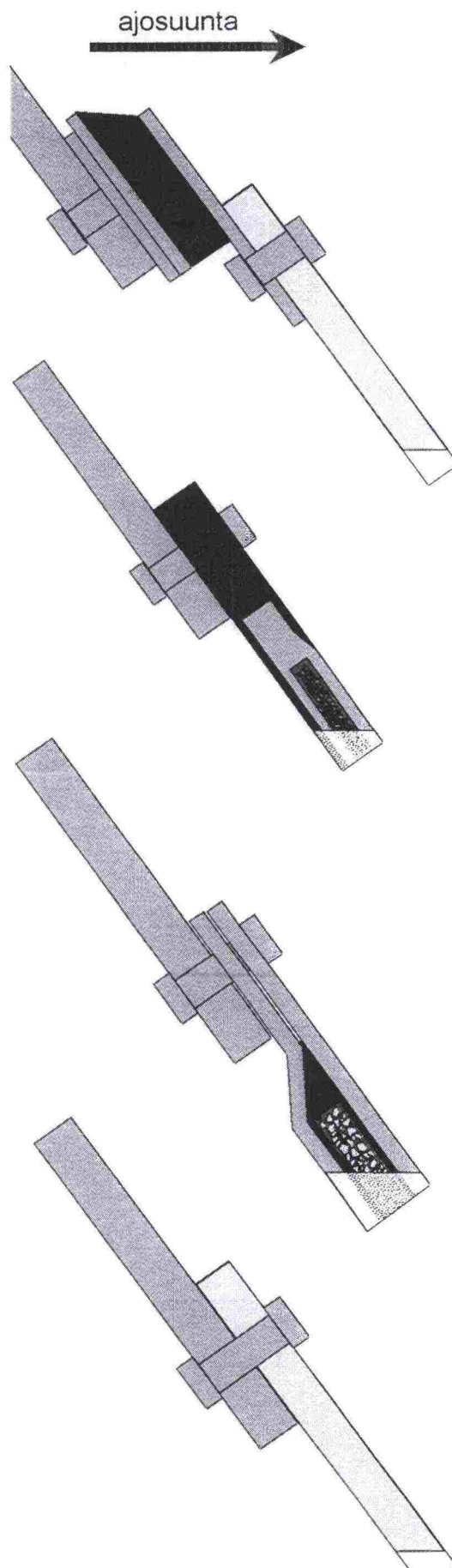
Norjalaisen valmistajan Scana Stavanger As:n tekemänä kokeessa oli joustava Joma 6000. Siinä on kumilevyyn vulkanoituja 30 cm pitkiä U:n muotoisia teränosia, jotka siis joustavat toisistaan riippumatta myös pystysuunnassa. Kumilevyterä asennetaan suoraan auraan pulteilla. Terän alaosassa käytetään kovametallipaloja upotettuna terän sisälle.

5.1.3 Kumi-Küper

Alkuperältään saksalainen Gummi Küper (Gummi Küper BmbH & Co) on kiinnitykseltään jäykkä, mutta teräslevyjen välisessä kumissa on joustavasti kiinnitettyjä alumiinioksidi (korundi) -paloja. Kokeessa oli mukana Kombi "S" -malli.

5.1.4 ImatraSteel terästasaterä

Perinteinen kotimainen, jäykkä, referenssi.



6 AURAUSKOE

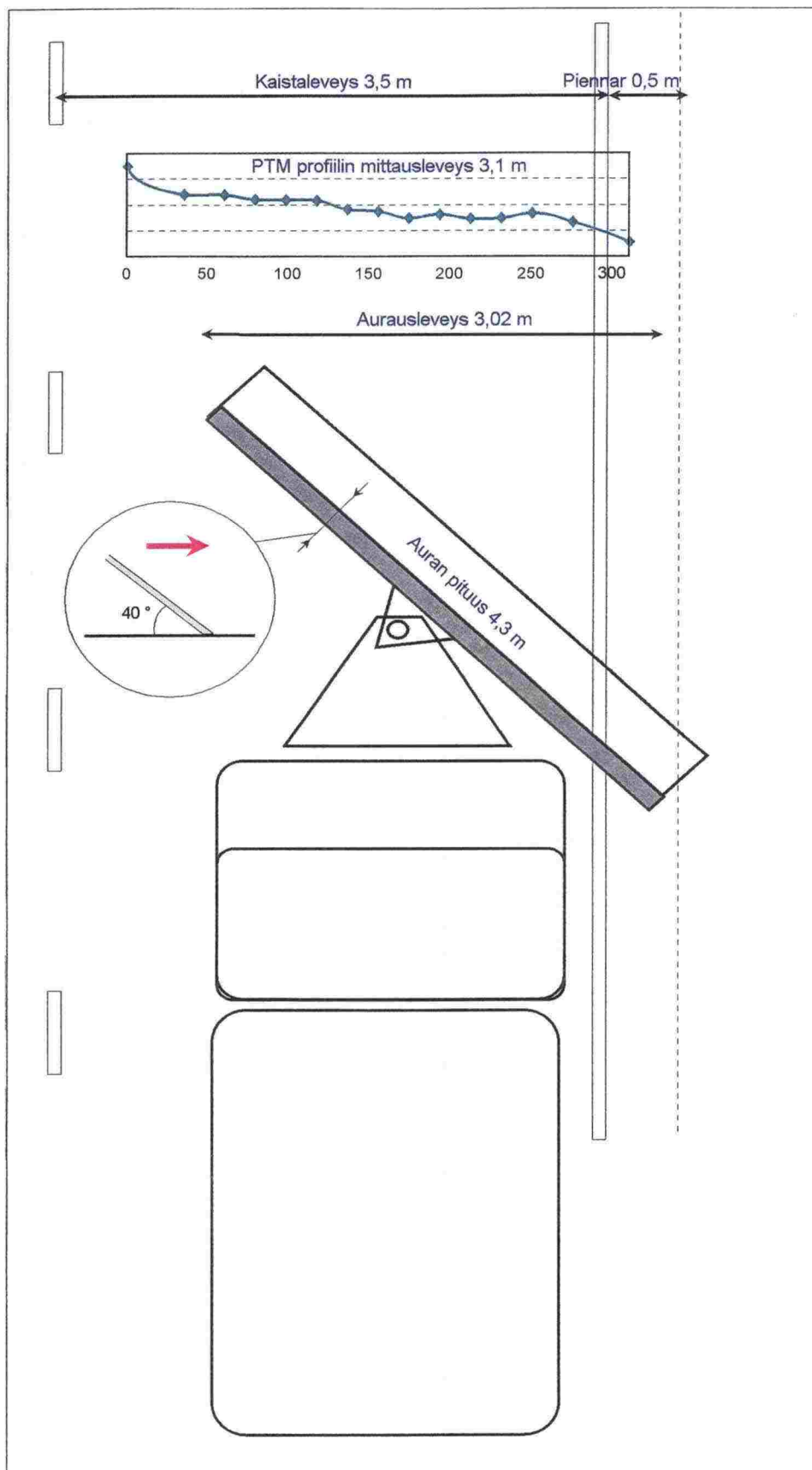
Kaikki koeauraukset tehtiin 3.11.1999. Päivä oli heikkotuulinen ja poutainen, lämpötila oli selvästi plussan puolella. Tie oli aluksi kostea, viivan kohta oli pesty edellisenä päivänä.

Jokainen kokeeseen käytettävä auranterä ajettiin ensin "sisään" tien pintaa vasten.

Ensimmäinen 800 m aurausosuus aurattiin 20 kertaa, seuraavat osuudet ajan puutteen takia 10 kertaa kukin. Tämä osoittautui tulosten valossa riittäväksi määräksi, sillä paluuheijastuvuutta ei ollut niissä enää nimeksikään jäljellä. Aurausten välissä mitattiin märkä paluuheijastuvuus joka toisen aurauskerran jälkeen.

Aurausleveys oli kyseisellä auralla hieman yli kolme metriä, auran oikea reuna ajettiin läheltä päällysteen reunaa, koko ajan reunaviivan päällä (ks. kuva 6 ja kuvaliite 1). Auran terän pituus oli 4,3 m, kääntökulma 45° ja leikkauskulma oli noin $+40^\circ$. Auraus tehtiin noin 60 km/h tuntinopeudella. Auran koko paino oli koko aurauksen ajan tietä vasten (ripustus sallii auran vapaasti liikua pystysuunnassa, ns. kelluva auraus).

Kaatopaikan risteyksen lähellä viivaa irtosi (paksu profiloitu) vajaan sadan metrin matkalta. Irtoamiseen saattaa olla vaikuttanut paikan liian ja/tai epäpuhtauksien aiheuttama tarttuvuuden puute. Kyseisen kohdan tulokset ovat kuitenkin mukana tarkastelussa



Kuva 6. Aurauskokeen kaavakuva

7 TULOKSET

Kokeen pääasiallinen tulos ja auranterien arvosteluperuste tässä kokeessa on määrän paluuheijastuvuuden muutos (alenema) aurauskertojen funktiona. Kuiva paluuheijastuvuus ja viivojen poiskuluminen, joka mitattiin kontrastimittauksena, sekä aurausalttiusaste, joka arvioitiin tien poikkiprofiileista olivat täydentäviä mittauksia.

7.1 Paluuheijastuvuustulokset

7.1.1 Märkä paluuheijastuvuus

Kokeen yhteydessä tehtyjen määrän paluuheijastuvuuden mittaustulosten perusteella eri auratyypin välillä näyttää olevan selvä ero. Ohuiden maali-koemerkintöjen paluuheijastuvuuden heikko alkutaso rajoittaa tarkastelun lähes yksinomaan paksuimpaan koemerkinnöistä (PM, profiloitu kuumamassa). Paluuheijastuvuuden alentuminen eri aurojen vaikutuksesta on esitetty kuvien 7-10 kaavioissa. Kaavioissa on esitetty mittausjärjestyksessä kuiva paluuheijastuvuus tolppina ennen ja jälkeen kokeiden, märkä paluuheijastuvuus pisteinä ja käyränä sekä lopuksi päiväkontrasti tolppina.

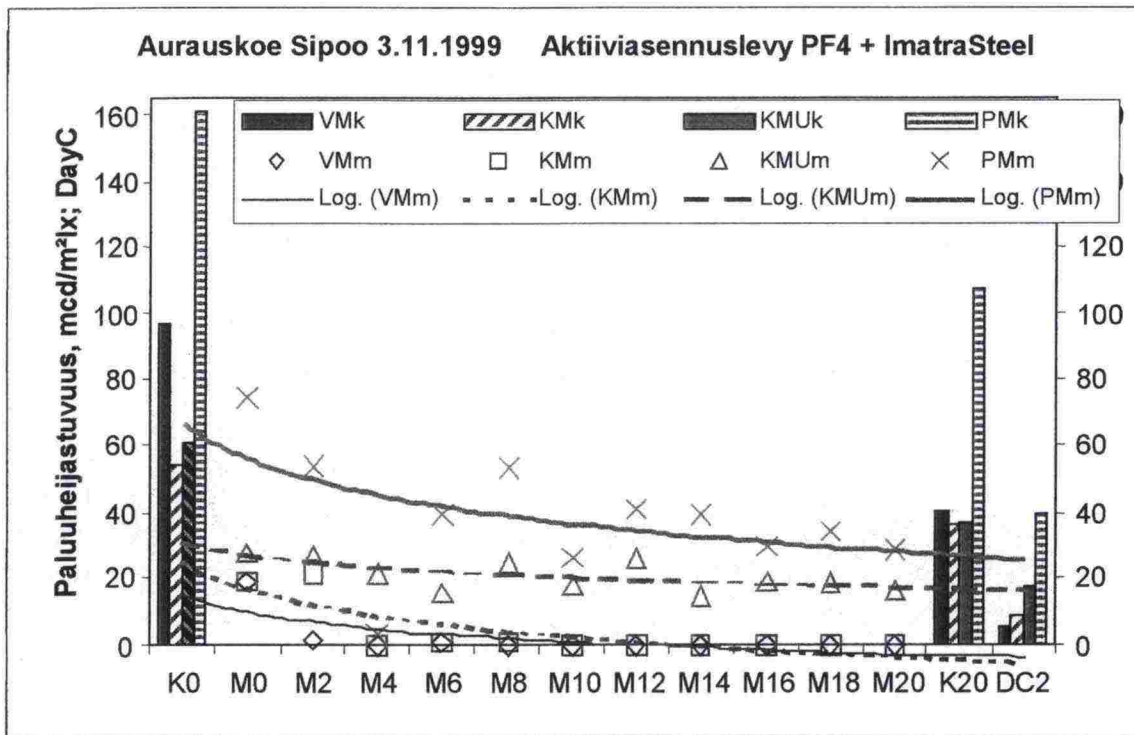
Kuvista ilmenee selkeästi profiloituneen (PM) merkinnän määrän paluuheijastuvuuden säilyminen aktiiviasennuslevyvaihtoehdon aurauksissa muita teräsvaihtoehtoja paremmin. Kahdenkymmenen aurauskerran jälkeen ensimmäisen osuuden märkäheijastusta oli vielä jäljellä lähes 30 mcd/m²lx, kun muilla ei saatu enää mitattavia arvoja (kynnys 20 mcd/m²lx) muutaman aurauskerran jälkeen.

Ohuiden merkintöjen kohdalla arviointi on vaikeampaa, koska lähtötasot olivat liian alhaiset ja vaihtelevat. Näissäkin on kuitenkin havaittavissa samansuuntaisia eroja eri terien välillä. Niistä huomattavin oli uraprofiloidun kuumamalaan (KMU) säilyminen muita paremmin aktiiviasennuslevyterällä aurattaessa.

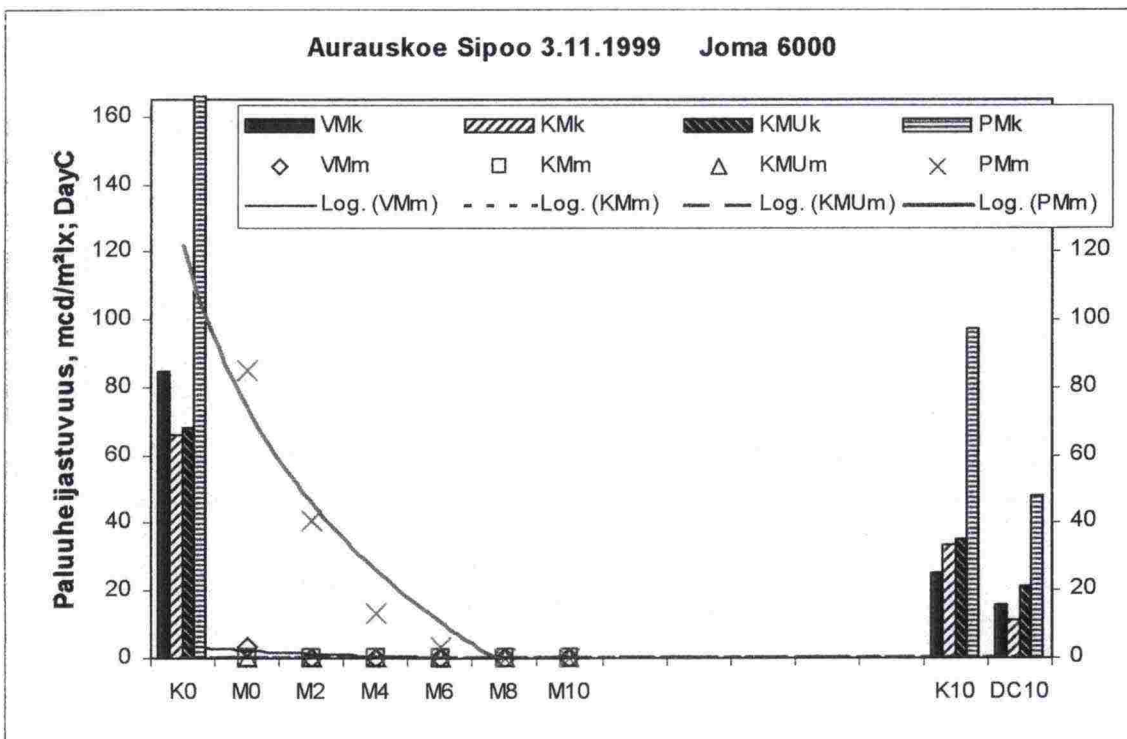
Jäykkä terästerä näytti kuitenkin vahingoittavan vesimaalia (VM) suhteellisesti jonkin verran muita vähemmän.

7.1.2 Kuiva paluuheijastuvuus

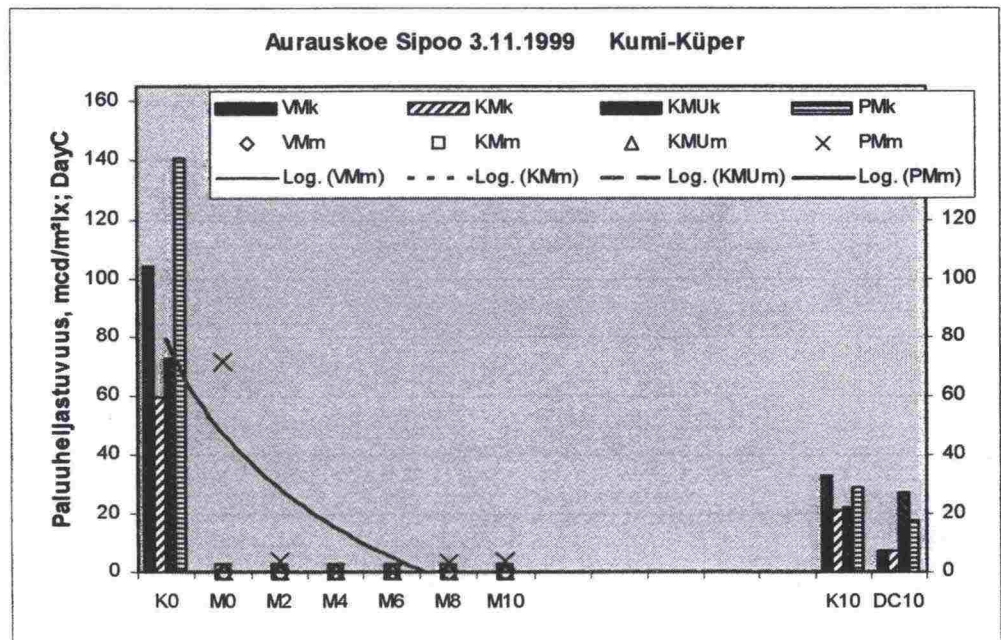
Kuivan heijastuvuuden suhteen erot eivät ole yhtä selviä, tosin osittain samansuuntaisia. Kumi-Küper alensi eniten kuivan paluuheijastuvuuden arvoja. Jäykkä terästerä ei pilannut vesiohenteisen maalin heijastusta yhtä paljon kuin muut.



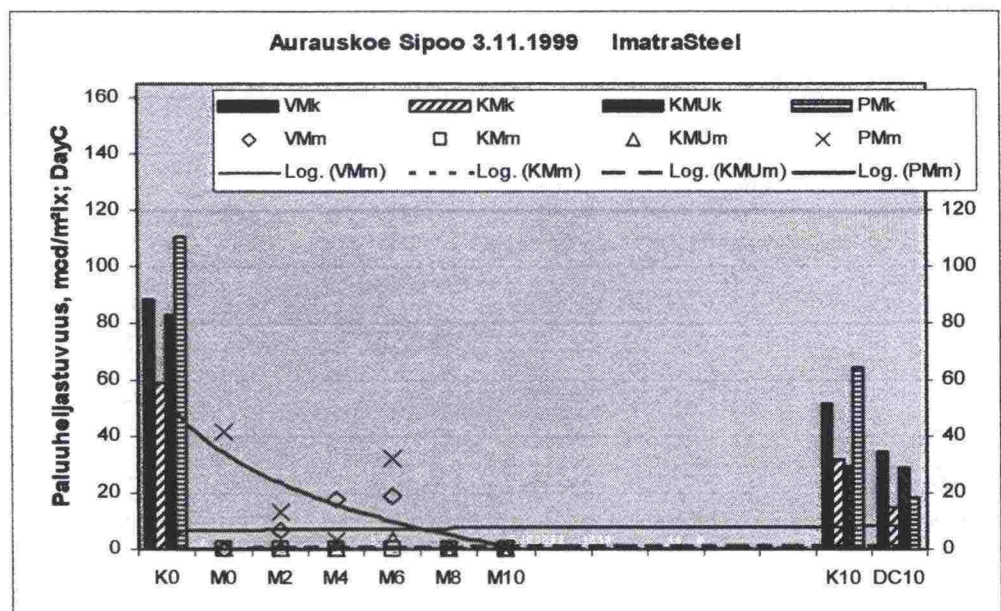
Kuva 7. Aktiiviasennuslevy + terästasaterä, heijastuvuustulokset
(K=kuivamittaus, M=märkämittaus, DC=päiväkontrasti, Nro=auruskertamäärä)



Kuva 8. Joma 6000, heijastuvuustulokset (K=kuivamittaus, M=märkämittaus,
DC=päiväkontrasti, Nro=auruskertamäärä)



Kuva 9. Kumi-Küper, heijastuvuustulokset
(K=kuivamittaus, M=märkämittaus, DC=päiväkontrasti, Nro=aurauskertamäärä)



Kuva 10. Terästasaterä, heijastuvuustulokset (K=kuivamittaus, M=märkämittaus, DC=päiväkontrasti, Nro=aurauskertamäärä)

7.2 Kuluma

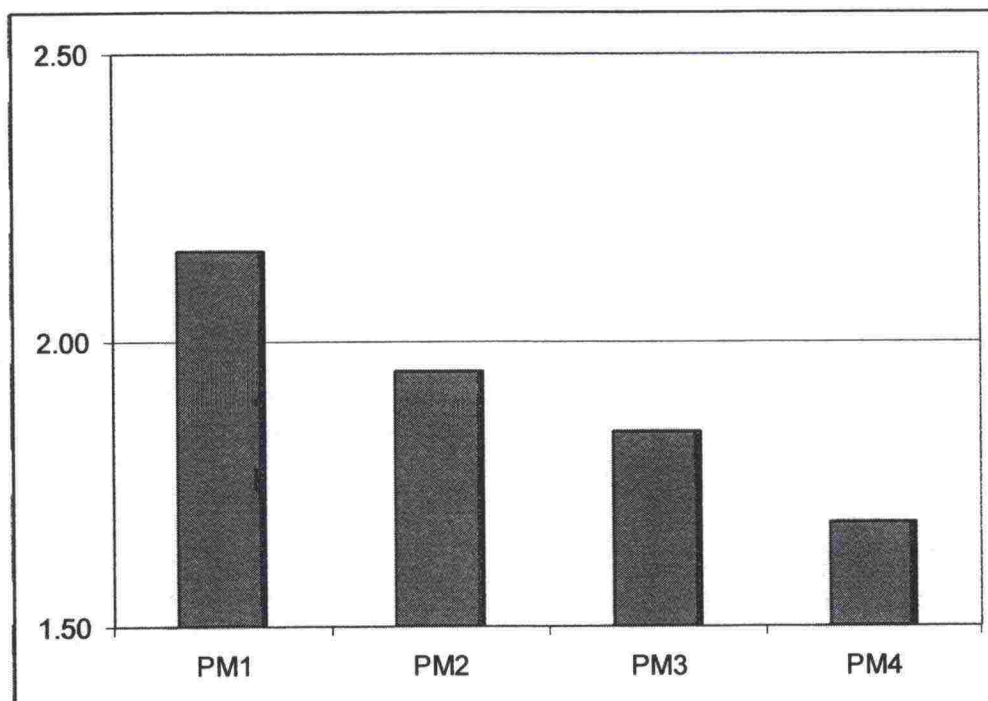
7.2.1 Päiväkontrasti

Päiväkontrastin mittaus antaa samansuuntaisia tuloksia kuin kuiva paluuheijastuvuus, mutta kuvaa viivan kuluneisuutta. Sen tulosten ja visuaalisen tarkastelun (videolta) välillä ei ole hyvää yhteyttä.

7.2.2 Alttiusaste

Kohdassa 3.3 kuvatulla menetelmällä saadut tulokset on esitetty seuraavassa kaaviossa (kuva 11.) Alttiutta on tarkasteltu vain paksun merkinnän osuuksilta.

Eniten viivan varassa on aura tämän mukaan kulkenut ensimmäisellä osuudella, vähiten viimeisellä. Suurin osa havainnoista antoi vaihtoehdon 2.



Kuva 11. Alttiusaste profiloidun merkinnän osuuksilla

Profiloitua merkintää vähiten vahingoittaneella aurausosuudella viivan alttius terälle oli siis suurin eli se ei näin selitä tuloksia.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuloksia voidaan kokeen myöhäisen ajankohdan ja kireän aikataulun takia pitää ainoastaan suuntaa-antavina ja alustavina. Tärkein syy tähän on myöhäisen tekoajan osittain aiheuttama koemerkintöjen heikko paluueijastuvuuden lähtötaso. Siitä johtuen tuloksia saatiin lähinnä vain paksusta profiloitua merkinnästä, mikä tosin oli kokeen tärkein tavoite.

Varsinkin tällaisten paksujen ja kalliiden merkintöjen säilymiseen talven aurosten aikana näyttäisi tämän kokeen perusteella olevan hyviä mahdollisuuksia. Auraterän oikealla valinnalla voidaan kokeen tulosten mukaan parantaa viivojen märkäpaluueijastuvuuden säilymistä selvästi. Vähiten vahingoittava teräsvaihtoehto heikensi kahdellakymmenellä aurasenkerralla profiloitua merkintää vähemmän kuin muut kymmenellä aurasenkerralla.

Varovaisesti voidaan arvioida parhaat tulokset saavutettavan aktiiviasennuslevyterällä paksuilla merkinnöillä ja märkäpaluueijastuvuudessa. Vesiohenteinen maali näyttää kestävän aurausta myös jäykällä terästerällä.

Aurojen melua ei tässä kokeessa mitattu, mutta Tielaitoksen aiemmat mittaukset (LUMIAUROJEN JA NIIDEN KULUTUSTERIEN MELUMITTAUKSET 1999, Unto Korhonen, Tielaitos tuotanto T&K) antavat viitteitä siitä, että sekä sisä- että ulkomelua voidaan varsinkin aktiiviasennuslevyä käyttämällä oleellisesti vähentää.

Vaikka edellämainitut auranterien ominaisuudet ovat niiden tehtävään nähden toissijaisia, on ilmeistä, että tehokkuudesta ja taloudellisuudesta tinkimättä aurauksen haittoja voidaan pienentää oikealla teränvalinnalla.

9 JATKOSUUNNITELMAT

Lupaavien tulosten takia on syytä harkita kokeen täydentämistä tai ainakin toistamista.

Koemerkintöjen lähtötason on oltava parempi ja merkintöjä tulisi ottaa mukaan laajempi valikoima (esim. kaksiosainen merkintä, jossa paksu osa suojaa ohutta osaa, jossa isoja helmiä märkäheijastuvuuden parantamiseksi).

Päällysteen tai merkinnän lähialueen muotoilun (suojavalli) avulla voitaneen saavuttaa aurauksen alttiuden merkittävä aleneminen.

Täryurakokeilua tulee jatkaa käyttökelpoisen "heräte-efektin" ja märkätoimivuuden kehittämiseksi taloudellisella tavalla.

Laajemman kokeen tarkasteluun voidaan ottaa mukaan käytön kautta saadut kokemukset tien kulumiskestävydestä ja kokonaistaloudellisuudesta, jopa aurustehokkuudesta.

Auruskoeolosuhteiden (kuiva – märkä – luminen) vaikutusta ei tunneta. Alustavasti on ollut keskustelua Ruotsin vastaavien laitosten (Vägverket / VTI) kanssa yhteispohjoismaisen tutkimuksen mahdollisuudesta.



Kuva 1. Painintela



Kuva 2. Asko Mettälä



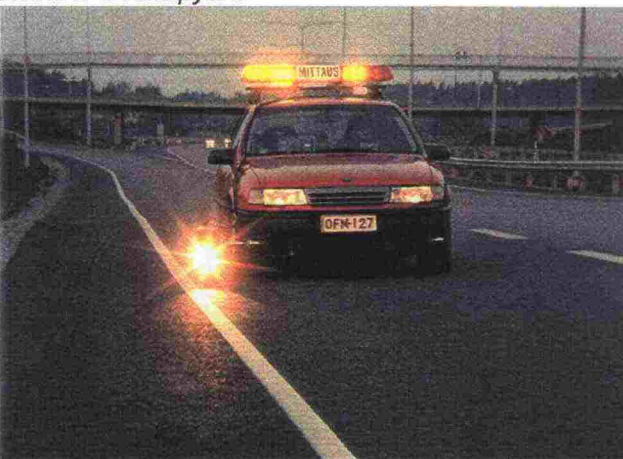
Kuva 3. KMU = Telattu täryyura, päällä kuumamaali



Kuva 4. "Profiilipyörä"



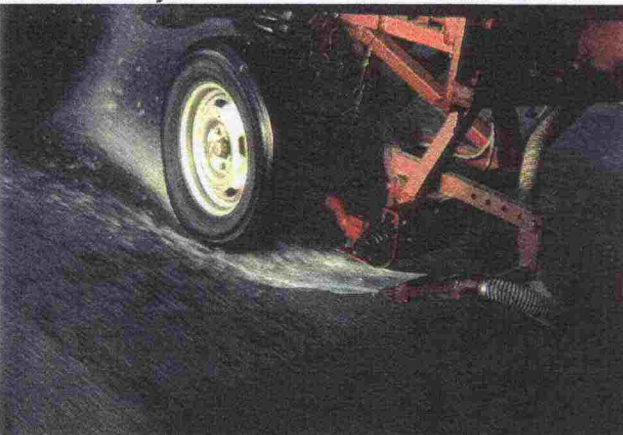
Kuva 5. PM = aalto/uraprofiloitu massa



Kuva 6. Ecodyn



Kuva 7. Pesu->



Kuva 8. Kastelu



Kuva 9. Auraus->



Kuva 10. Aktiiviasennuslevy + ImatraSteel



Kuva 11.



Kuva 12.



Kuva 13.



Kuva 14. Auran heitto, tavaraa lentää



Kuva 15. Kipinää ja merkintää



Kuva 16. Ennakkoauraus



Kuva 17. Teränvaihto



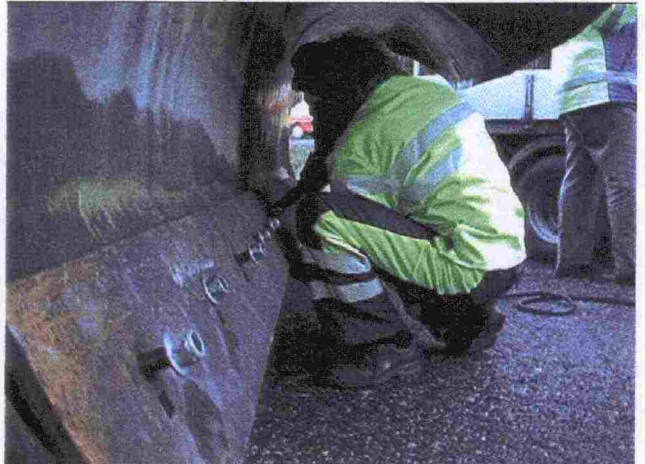
Kuva 18. Uutta tilalle



Kuva 19. Kumi-Küper



Kuva 20. Küper, lähikuva Al_2O_3 paloista kumissa



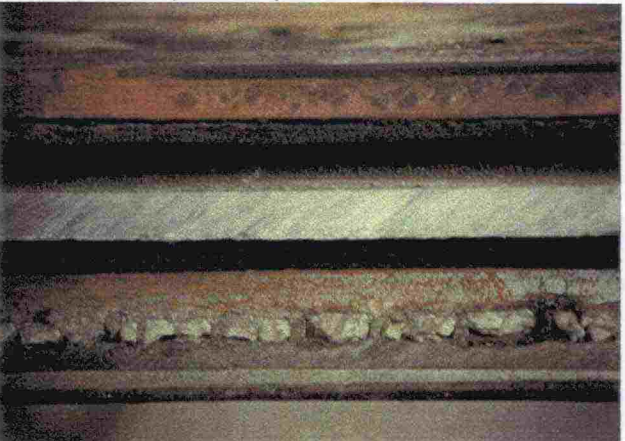
Kuva 21. Imatran terästä



Kuva 22. PTM poikittaisprofiilin mittaus



Kuva 23. DayC "päiväkontrastimittaus" keinovalossa



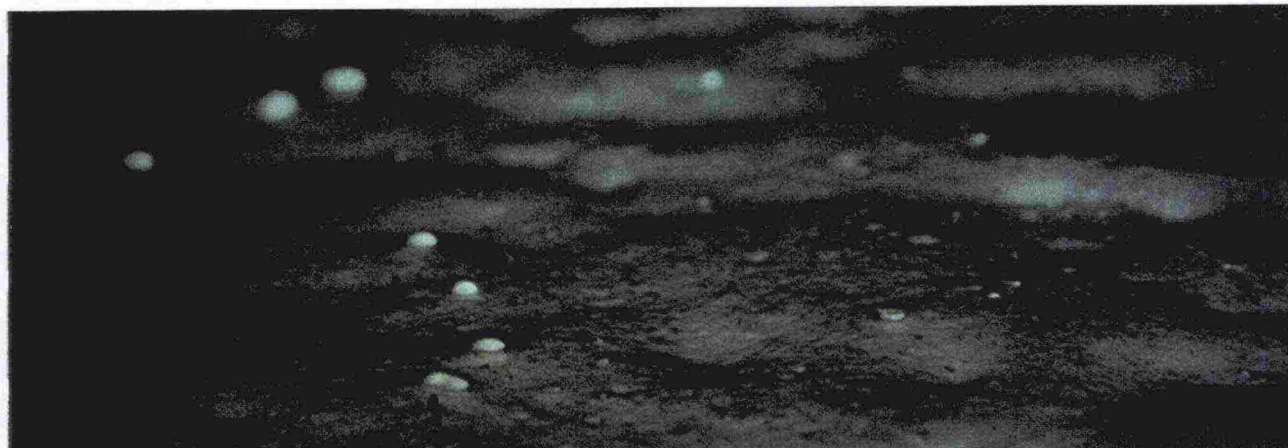
Kuva 24. Terät jälkeen, ylh.alk.: Joma, IS, Küper



Kuva 25. Öinen koeosuus PM1



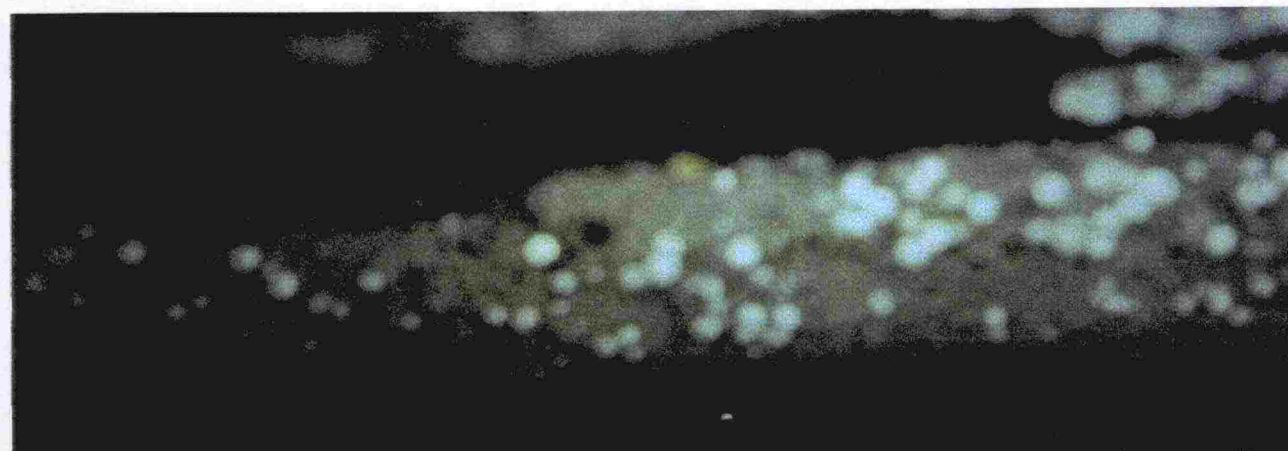
Kuva 26. Esimerkkikuva: Vesimaali jälkeen, aktiiviasennuslevy + terästasaterä



Kuva 27. Esimerkkikuva: Kuumamaali, sileä, jälkeen, aktiiviasennuslevy + terästasaterä



Kuva 28. Esimerkkikuva: Kuumamaali, urat, jälkeen, aktiiviasennuslevy + terästasaterä



Kuva 29. Esimerkkikuva: Profiloitu massa jälkeen, aktiiviasennuslevy + terästasaterä

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-601-4